

Abstract

(Problem) To provide a hot-cathode fluorescent tube lighting device and an inverter circuit therefor, the device being capable of improving the luminance of the fluorescent tube while power consumption is maintained at the same level as in prior art. When two fluorescent tubes are connected in series, noise from the connection wires for the fluorescent tube is minimized.

(Means for solving the problem) In an inverter circuit 2' that converts a DC power supply voltage for a hot-cathode fluorescent tube lighting device into an AC voltage of a predetermined frequency and applies it to a fluorescent tube 1, high-voltage transformers T1 and T2 for discharging the tube are connected in series. One of the voltage outputs from the two high-voltage transformers T1 and T2 is acquired in an opposite phase from the phase of the other voltage output and applied to the fluorescent tube 1. The hot-cathode fluorescent tube 1 is discharged by placing capacitors Cb1 and Cb2 having substantially the same capacitance between the transformer outputs of the inverter circuit 2' and the electrodes of the hot-cathode fluorescent tube 1.

(0002) (Related Art) Conventionally, hot-cathode fluorescent tubes are suitable for a backlight illumination such as a large-screen liquid crystal display or a light table for inspecting film, since they can obtain higher luminance as compared with cold-cathode tubes.

(0003) The principle of light emission of a hot-cathode fluorescent tube is as follows. First, a voltage is applied to a filament electrode using a heater circuit, so as to heat the filament electrode. Next, thermoelectrons are released from electron-emitting material applied on the filament. Along with rise in temperature, the gas pressure of mercury vapour with which the tube is filled is increased.

(0004) During such state, gas ionization of the mercury vapour near the filament proceeds due to the electric field applied to the hot-cathode fluorescent tube, and in-tube discharge (in a state of conduction) is then initiated. Ultraviolet ray is released from the mercury vapour due to such discharge, and the ultraviolet ray excites fluorescent material applied on the tube, whereby light is emitted.

(0005) Figs. 2 to 5 show basic circuits of conventional devices for lighting a hot-cathode fluorescent tube. Fig. 2 shows a schematic diagram of an electric circuit of a device for lighting one hot-cathode fluorescent tube. Fig. 3 shows a schematic

diagram of an electric circuit of a lighting device in which two hot-cathode fluorescent tubes are connected in parallel with each other. Fig. 4 shows a schematic diagram of an electric circuit of a lighting device in which two hot-cathode fluorescent tubes are connected in series with each other. Fig. 5 shows a schematic diagram of an electric circuit of a high-power lighting device in which two high-voltage transformers are connected in parallel with each other and the output windings thereof are connected in series with each other.

(0006) In Figs. 2 to 5, reference numeral 1 denotes a hot-cathode fluorescent tube (to be hereafter referred to as a "fluorescent tube"). PS denotes a DC power supply for lighting the fluorescent tube 1, and GND denotes a grounding terminal thereof. Reference numeral 2 denotes an inverter circuit for lighting the fluorescent tube 1. DC voltage of the power supply PS is converted into an AC voltage of a predetermined frequency in the inverter circuit, and a high voltage is applied to the tube to be lit. Reference numeral 3 denotes a heater circuit, 4 denotes a current-detecting circuit, 5 denotes a timer circuit, 6 denotes a switching circuit, and 7 denotes a PWM control circuit.

(0007) The inverter circuit 2 includes a transformer T1 and an oscillation part arranged on the input side of the transformer T1. As seen from portions indicated by a thick line in Fig. 5, in any of the conventional systems, one of the electrodes of the fluorescent tube to which a high voltage is applied from the transformer is connected to ground.

DESCRIPTION OF THE INVENTION

(0008) As schematically shown in Figs. 6 and 7, because the connection wires for the fluorescent tube 1 are passed around the reflecting plate (which is metal) for the backlight and within the casing, floating capacitance is produced between such metal members, the fluorescent tube 1, and the connection wires for the fluorescent tube 1. In addition, because of the two heater wires, via which current is supplied to the filament, that are associated with each electrode, the floating capacitance of such connection wires is not negligible.

(0009) Furthermore, because the fluorescent tube 1 is larger than a cold-cathode fluorescent tube, relevant connection wires are extended and so the floating capacitance also increases. Since the high voltages outputted from the transformers are AC voltages, the alternating current component is leaked to the casing or the reflecting plate via the aforementioned floating capacitance, resulting in a loss. This loss causes the current through the fluorescent tube 1 to be reduced, whereby the luminance of the fluorescent tube 1 decreases. Furthermore, because the fluorescent

tube itself causes floating capacitance with the casing, part of the current that should flow through the fluorescent tube is leaked, resulting in a luminance gradient such that the high-voltage side of the fluorescent tube is brighter than the grounded side. The luminance gradient on the surface of the lamp becomes particularly pronounced when the luminance is turned down.

(0010) Moreover, when two fluorescent tubes are used in series in the above conventional example, a transformer with a large output voltage is required, which would further increase the noise from the connection wires for the fluorescent tubes.

(0011) In view of the above problems, it is an object of the present invention to provide a hot-cathode fluorescent tube lighting device that is capable of improving the luminance of a fluorescent tube and that does not cause the luminance gradient of the fluorescent tube, while power consumption is maintained at the same level as in prior art, and an inverter circuit thereof.

(0012) It is another object of the invention to provide a hot-cathode fluorescent tube lighting device capable of reducing noise from wires of the tube as much as possible and an inverter circuit thereof.

(0013) (Means of solving the problems) In order to achieve the above objects, claim 1 of the present invention proposes an inverter circuit that converts a DC power supply voltage of a hot-cathode fluorescent tube lighting device into an AC voltage of a predetermined frequency and that applies the AC voltage to the hot-cathode fluorescent tube. The inverter circuit of the hot-cathode fluorescent tube lighting device includes two high-voltage transformers for discharging the tube connected in series with each other. A voltage output of one of the high-voltage transformers and a voltage output of the other high-voltage transformer are retrieved so that the phases of the outputs are opposite to each other.

(0014) In accordance with the inverter circuit, since the fluorescent tube is connected between an output terminal of the transformer having a positive phase and an output terminal having a phase opposite thereto, the fluorescent tube is lit in a state of floating from a ground potential, whereby floating capacitance between connection wires for the fluorescent tube and the casing or the reflecting plate can be reduced. Thus, leakage current is reduced, whereby reduction in the luminance of the fluorescent tube can be prevented and biased luminance distribution can be improved.

(0015) Further, claim 2 of the present invention provides an inverter circuit that converts a DC power supply voltage of a hot-cathode fluorescent tube lighting device into an AC voltage of a predetermined frequency and that applies the AC voltage to the hot-cathode fluorescent tube. In the inverter circuit of the hot-cathode fluorescent tube lighting device, a plurality of pairs of high-voltage transformers for discharging

the tube, each pair being composed of two transformers connected in series with each other, are connected in parallel with each other. A voltage output of one of each pair of the plurality of pairs of high-voltage transformers has a phase opposite to the phase of a voltage output of the other pair, and the phases on each side are retrieved together. (0016) In accordance with the inverter circuit, since the fluorescent tube is connected between an output terminal of the transformer having a positive phase and an output terminal having a phase opposite thereto, the fluorescent tube is lit in a state of floating from a ground potential, whereby floating capacitance between connection wires for the fluorescent tube and the casing or the reflecting plate can be reduced. Thus, leakage current is reduced, whereby reduction in the luminance of the fluorescent tube can be prevented. Further, since the transformers are connected in parallel with each other, it is possible to deal with a large amount of power.

(0017) Further, claim 3 proposes a hot-cathode fluorescent tube lighting device for lighting a hot-cathode fluorescent tube by including an inverter circuit that converts DC to AC and applying an output voltage from the inverter circuit to both electrodes of the hot-cathode fluorescent tube. In the device, two high-voltage transformers for discharging the tube are connected in series with each other on an output side of the inverter circuit. A phase of a voltage output of one of the high-voltage transformers is retrieved so that the phase is opposite to a phase of a voltage output of the other high-voltage transformer. The hot-cathode fluorescent tube is discharged by inserting current-limiting elements, each having approximately equal capacitance value to each other, between the outputs of the transformers in the inverter circuit and the electrodes of the hot-cathode fluorescent tube.

(0018) In accordance with the hot-cathode fluorescent tube lighting device, since the fluorescent tube is connected between an output terminal of the transformer having a positive phase and an output terminal having a phase opposite thereto, the fluorescent tube is lit in a state of floating from a ground potential, whereby floating capacitance between connection wires for the fluorescent tube and the casing or the reflecting plate can be reduced. Thus, leakage current is reduced, whereby reduction in the luminance of the fluorescent tube can be prevented.

(0019) Further, claim 4 proposes a hot-cathode fluorescent tube lighting device for lighting a hot-cathode fluorescent tube by including an inverter circuit that converts DC to AC and applying an output voltage from the inverter circuit to both electrodes of the hot-cathode fluorescent tube. In the device, a plurality of pairs of high-voltage transformers for discharging the tube, each pair being composed of two transformers connected in series with each other, are connected in parallel with each other on the output side of the inverter. A voltage output of one of each pair of the plurality of

pairs of high-voltage transformers has a phase opposite to the phase of a voltage output of the other pair, and the phases on each side are retrieved together. The hot-cathode fluorescent tube is discharged by inserting current-limiting elements, each having an approximately equal capacitance value to each other, between the output from each inverter circuit and the electrodes of the hot-cathode fluorescent tube.

(0020) In accordance with the hot-cathode fluorescent tube lighting device, since the fluorescent tube is connected between an output terminal of the transformer having a positive phase and an output terminal having a phase opposite thereto, the fluorescent tube is lit in a state of floating from a ground potential, whereby floating capacitance between connection wires for the fluorescent tube and the casing or the reflecting plate can be reduced. Thus, leakage current is reduced, whereby reduction in the luminance of the fluorescent tube can be prevented. Further, since the transformers are connected in parallel with each other, it is possible to deal with a large amount of power. Furthermore, due to inserted current-limiting elements, each having an approximately equal capacitance value to each other and being inserted between a terminal of a hot-cathode fluorescent tube and an output of a transformer, a voltage across both terminals of the fluorescent tube with respect to a ground potential (ground) is balanced and is made approximately equal. Thus, luminance of the fluorescent tube is not biased through the entire portion of the tube but caused to be approximately uniform.

(0021) (Embodiments of the present invention) Embodiments of the present invention will be hereafter described with reference to the drawings. Fig. 1 shows a schematic diagram of an electric circuit of a first embodiment of the present invention. In the figure, the component parts that are identical to those in the conventional technology described above are denoted by the identical reference characters (excepting the transformers). Further, the first embodiment is a circuit diagram in which two fluorescent tubes 1 are connected in series.

(0022) In the figure, reference numeral 2' denotes an inverter circuit (high-voltage circuit) of the present invention, and it includes: an oscillation part composed of a Royer circuit including an inductor L1, resistors R1 and R2, transistors Q2 and Q3, and a capacitor Cr; and transformers T1 and T2 connected to the oscillation part.

(0023) The oscillation part receives a power supply voltage PS (DC voltage) and causes alternating currents having predetermined frequencies to flow through the primary windings of the transformers T1 and T2. The secondary windings of the transformers T1 and T2 convert the alternating currents that flow through the primary windings into alternating voltages (high voltage). The inverter circuit 2' of the present invention operates with a low-voltage DC power supply PS, which is obtained

by converting a commercial power supply into DC via an AC/DC converter, as a power supply. In other words, the inverter circuit 2' of the present invention is a DC/AC inverter that converts a DC voltage into an AC voltage.

(0024) Reference numeral 1 denotes a hot-cathode fluorescent tube (to be hereafter referred to as a "fluorescent tube"). Cb1 and Cb2 refer to balanced capacitors as current-limiting elements to be described later. Reference numeral 3 denotes a heater circuit for heating a filament, and it includes: an oscillation part composed of an inductor L2, resistors R4 and R5, transistors Q4 and Q5, and a capacitor Crh; and a transformer T3 connected to the oscillation part. Reference numeral 4 denotes a current-detecting circuit and it includes a diode D2, a capacitor C1, and a resistor R3. Reference numeral 4 denotes the current-detecting circuit, 5 denotes a timer circuit, 6 denotes a switch circuit, and 7 denotes a PWM control circuit.

(0025) Next, an operation of the present embodiment having the above structure will be described. First, when a lighting switch SW1 is turned on, the heater circuit 3 is actuated via the timer circuit 5 and the switch circuit 6. Since the timer circuit 5 is used for discharging the fluorescent tubes 1 after heater preheating, the heater circuit 3 itself is immediately actuated when the lighting switch SW1 is turned on.

(0026) After a predetermined lapse of time (1 to 2 seconds) has passed since the lighting switch SW1 is turned on, the inverter circuit 2' is actuated upon the actuation of the timer circuit 5.

(0027) The inverter circuit 2' is actuated via the diode D1 by inputting the DC power supply PS to the PWM control circuit 7 via a switching element Q1.

(0028) A feature of the Royer circuit used in the inverter circuit 2' is that it is so-called a self-oscillator by which the on/off operation is automatically carried out by providing a transformer with a feedback circuit so as to carry out a positive feedback from the collector to the base of each transistor. R1 and R2 are bias resistors for providing the base with a voltage having the forward direction for facilitating the initiation, and they do not involve operation essentially.

(0029) Upon actuation of the timer circuit 5, the transistors Q2 and Q3 are alternatively tuned on/off repeatedly, and high-frequency currents flow through the primary windings of the transistors T1 and T2. Thus, high-frequency voltages appear through the secondary windings. The frequency of such AC voltage is determined by a switching frequency of the on/off operation of the transistors Q2 and Q3. The step-up degree of the secondary-side voltage of the transformer T1 or T2 is determined by the ratio of the turn of the primary winding to the turn of the secondary winding, as is well known.

(0030) Upon oscillation of the Royer circuit, the collector voltage waveforms of the

transistors Q2 and Q3 become such waveforms as shown in Figs. 8(a) and (b). Since the outputs (phases) of the transformers T1 and T2, which are shifted by 180 degrees, appear, the output voltage waveform of the transformer T2 appears in such way that the output voltage waveform of the transformer T1 is inverted (Figs. 8(c) and (d)).

(0031) Using the outputs from both transformers, voltages having opposite phases to each other as shown in Figs. 8(e) and (f) are driven at an electrode f1 of one fluorescent tube 1 and at an electrode f4 of the other fluorescent tube. In order to cause a constant current to flow through the fluorescent tubes 1, the outputs of the transformers T1 and T2 are applied to the fluorescent tubes via current-limiting elements, such as balanced capacitors Cb1 and Cb2.

(0032) Each of the output amplitudes of the transformers T1 and T2 corresponds to an output of one transformer. However, since the phases of the output amplitudes are inverted to each other, if one of the outputs is used as a base, a voltage as shown in Fig. 8(h) is apparently applied to the fluorescent tube 1. It can be seen that the output of two transformers is obtained from the viewpoint of the amplitude (maximum value).

(0033) Further, since the voltages at electrodes f2 and f3 of the fluorescent tubes 1 are at the midpoint of the voltages having opposite phases to each other, they are approximately 0 V (Fig. 8(g)). Thus, approximately uniform luminance can be obtained through the fluorescent tube as a whole, without causing a luminance gradient as shown in Fig. 9 at both ends of the fluorescent tube (Fig. 10).

(0034) Further, since the voltage phases at both ends of the fluorescent tube are opposite to each other, noise from the connection wires is negated and minimized. Thus, it is possible to provide a lighting device and an inverter circuit therefor capable of generating noise less than that by discharging one fluorescent tube, even when two fluorescent tubes 1 connected in series are discharged.

(0035) The secondary coils of the transformers T1 and T2 are connected to the PWM control circuit 7 via the current-detecting circuit 4, so as to control a voltage applied to both fluorescent tubes 1 such that a tube current becomes constant by this feedback system. Namely, the resistor R3 is used for converting a current into a voltage, the diode D2 is used for half-wave rectifying the voltage, and the capacitor C1 is used for maintaining the peak voltage. The PWM control circuit 7 detects the value of the peak voltage that is sent thereto, and the inverter circuit 2' adjusts the voltage value applied to the fluorescent tubes 1. Further, the PWM control circuit 7 controls the voltage value applied to the inverter circuit 2' through the operation of a light control switch (SW2) provided separately, and thus it has a function of adjusting luminance of the fluorescent tubes 1.

(0036) A second embodiment of the present invention will be hereafter described. Fig.

11 shows a schematic diagram of an electric circuit of the second embodiment of the present invention. In the figure, the component parts that are identical to those in the conventional technology and those in the first embodiment described above are denoted by the identical reference characters (excepting the transformers). Further, two fluorescent tubes 1 are connected in parallel in the second embodiment.

(0037) Since the polarities of the outputs at the secondary windings of the transformers T1 and T2 are also different in the second embodiment, the phases of the output voltage waveforms of the transformers T1 and T2 are different from each other by 180 degrees. The outputs from the transformers T1 and T2 are applied to both electrodes of the fluorescent tubes 1 via the balanced capacitors Cb1/Cb3 and Cb2/Cb4.

(0038) Voltages having opposite phases to each other are applied to the electrodes f1 and f2 as well as to the electrodes f3 and f4, so as to drive the fluorescent tubes 1. Since both electrodes of each of the fluorescent tubes are not connected to ground in the present embodiment either, approximately uniform luminance as shown in Fig. 10 can be obtained through the fluorescent tube as a whole, without causing a luminance gradient as shown in Fig. 9 at both ends of the fluorescent tube.

(0039) A third embodiment of the present invention will be hereafter described. Fig. 12 shows a schematic diagram of an electric circuit of the third embodiment of the present invention. In the figure, the component parts that are identical to those in the conventional technology, in the first embodiment, and in the second embodiment described above are denoted by the identical reference characters (excepting the transformers).

(0040) The third embodiment shows an example in which four transformers are used to deal with high-power fluorescent tubes. Especially, when used as a low-height backlight in a display unit of a portable unit such as a laptop computer, a plurality of small transformers needs to be used to handle electric power. In the present embodiment, transformers T3 and T4 are connected to transformers T1 and T2 in parallel, and the outputs from the transformers T1 and T3 are positive phases whereas the outputs from the transformers T2 and T4 are opposite phases. They are outputted in conjunction with one another.

(0041) Thus, even when the transformers T1 to T4 are low-electric power types, a large amount of power can be handled by connecting a plurality of sets of transformers whose outputs are in positive phases and transformers whose outputs are in negative phases in parallel and by outputting the outputs having individual phases in conjunction with one another, as in the structure of the present embodiment. Other working effects of the present embodiment are the same as those of the first embodiment.

(0042) (Effects of the Invention) As described above, according to the inverter circuit in claim 1 of the present invention, two high-voltage transformers for discharging tubes are connected in series with each other, and a phase of an output from one of the high-voltage transformers is retrieved so that it is opposite to a phase of an output from the other high-voltage transformer. Thus, the fluorescent tube is lit in a state of floating from a ground potential, whereby floating capacitance between connection wires for the hot-cathode fluorescent tube and the casing or the reflecting plate can be reduced. Thus, leakage current is reduced, whereby reduction in the luminance of the hot-cathode fluorescent tube can be prevented. Particularly, biased luminance distribution; that is, luminance being high on the high-voltage side but low on the low-voltage side when luminance of the hot-cathode fluorescent tube is adjusted to be low, can be improved. Further, since only a small output voltage per high-voltage transformer is sufficient, unnecessary radiation (noise) can be reduced.

(0043) Further, according to the inverter circuit in claim 2, a plurality of pairs of high-voltage transformers for discharging tubes, the transformers of each pair being connected in series with each other, are connected in parallel with each other, and a phase of an output from one of the high-voltage transformers is retrieved so that it is opposite to a phase of an output from the other high-voltage transformer. Thus, the fluorescent tube is lit in a state of floating from a ground potential, whereby floating capacitance between connection wires for the hot-cathode fluorescent tube and the casing or the reflecting plate can be reduced. Thus, leakage current is reduced, whereby reduction in the luminance of the hot-cathode fluorescent tube can be prevented. Particularly, biased luminance distribution; that is, luminance being high on the high-voltage side but low on the low-voltage side when luminance of the hot-cathode fluorescent tube is adjusted to be low, can be improved. Further, it is possible to deal with a large amount of power. Additionally, since only a small output voltage per high-voltage transformer is sufficient, unnecessary radiation (noise) can be reduced.

(0044) Further, according to the hot-cathode fluorescent tube lighting device in claim 3, two high-voltage transformers for discharging tubes are connected in series with each other, and a phase of an output from one of the high-voltage transformers is retrieved so that it is opposite to a phase of an output from the other high-voltage transformer. Thus, the fluorescent tube is lit in a state of floating from a ground potential, whereby floating capacitance between connection wires for the hot-cathode fluorescent tube and the casing or the reflecting plate can be reduced. Thus, leakage current is reduced, whereby reduction in the luminance of the hot-cathode fluorescent tube can be prevented. Particularly, biased luminance distribution; that is, luminance being high

on the high-voltage side but low on the low-voltage side when luminance of the hot-cathode fluorescent tube is adjusted to be low, can be improved. Further, since only a small output voltage per high-voltage transformer is sufficient, unnecessary radiation (noise) can be reduced. Furthermore, due to inserted current-limiting elements, each having an approximately equal capacitance value to each other and being inserted between an electrode of a hot-cathode fluorescent tube and an output of a transformer, a voltage across both terminals of the fluorescent tube with respect to a ground potential (ground) is balanced and is made approximately equal. Thus, luminance of the fluorescent tube is not biased through the entire portion of the fluorescent tube but caused to be approximately uniform. In cases in which two fluorescent tubes are connected in series with each other, it is possible to reduce noise from connection wires for the fluorescent tubes as much as possible.

(0045) Further, according to the hot-cathode fluorescent lighting device in claim 4, a plurality of pairs of high-voltage transformers for discharging tubes, each pair being composed of two transformers connected in series with each other, are connected in parallel with each other, and a phase of an output from one of the high-voltage transformers is retrieved so that it is opposite to a phase of an output from the other high-voltage transformer. Thus, the fluorescent tube is lit in a state of floating from a ground potential, whereby floating capacitance between connection wires for the hot-cathode fluorescent tube and the casing or the reflecting plate can be reduced. Thus, leakage current is reduced, whereby reduction in the luminance of the hot-cathode fluorescent tube can be prevented. Particularly, biased luminance distribution; that is, luminance being high on the high-voltage side but low on the low-voltage side when luminance of the hot-cathode fluorescent tube is adjusted to be low, can be improved. Further, it is possible to deal with a large amount of power. Additionally, since only a small output voltage per high-voltage transformer is sufficient, unnecessary radiation (noise) can be reduced. Furthermore, due to inserted current-limiting elements, each having an approximately equal capacitance value to each other and being inserted between an electrode of a hot-cathode fluorescent tube and an output of a transformer, a voltage across both terminals of the fluorescent tube with respect to a ground potential (ground) is balanced and is made approximately equal. Thus, luminance of the fluorescent tube is not biased through the entire portion of the fluorescent tube but caused to be approximately uniform. In cases in which two fluorescent tubes are connected in series with each other, it is possible to reduce noise from connection wires for the tubes as much as possible.

特開平10-92589

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51) IntCl.⁴

識別記号

F I

H 0 5 B 41/24

H 0 5 B 41/24

F

41/392

41/392

C

H

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-241825

(71) 出願人 000204284

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 9 月12 日

太陽誘電株式会社
東京都台東区上野 6 丁目16番20号(72) 発明者 嶋村 純一
東京都台東区上野 6 丁目16番20号 太陽誘
電株式会社内

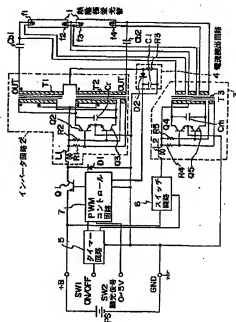
(74) 代理人 弁理士 吉田 精孝

(54) 【発明の名称】 熱陰極蛍光管点灯装置のインバータ回路及びこれを用いた熱陰極蛍光管点灯装置

(57) 【要約】

【課題】 従来の場合と同じ消費電力を保ちつつ、蛍光管の輝度を向上させることができ、かつ、蛍光管に輝度傾斜を起こすことのない熱陰極蛍光管点灯装置及びそのインバータ回路を提供する。さらに蛍光管を2灯直列接続する場合には、蛍光管の配線からのノイズを極力少なくすることのできる熱陰極蛍光管点灯装置及びそのインバータ回路を提供する。

【解決手段】 熱陰極蛍光管点灯装置の直流電源電圧を所定周波数の交流電圧に変換して蛍光管1に交流電圧を印加するインバータ回路2'における、管放電用の高圧トランスT1、T2を2個直列接続して設け、これら2個の高圧トランスT1、T2の一方の電圧出力を、他方の電圧出力の逆位相として取り出して蛍光管1に印加する。さらに、インバータ回路2'のトランス出力と熱陰極蛍光管1の電極の間に各々ばら容量値の等しいコンデンサCbl、Cb2を介在させて熱陰極蛍光管1を放電させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 熱陰極蛍光管点灯装置の直流電源電圧を所定周波数の交流電圧に変換して、該交流電圧を熱陰極蛍光管に印加するインバータ回路であって、管放電用の高圧トランスを2個直列接続して設け、一方の高圧トランスの電圧出力を、他方の高圧トランスの電圧出力の逆位相として取り出すことを特徴とする熱陰極蛍光管点灯装置のインバータ回路。

【請求項2】 熱陰極蛍光管点灯装置の直流電源電圧を所定周波数の交流電圧に変換して該交流電圧を熱陰極蛍光管に印加するインバータ回路であって、管放電用の高圧トランスを2個一組に直列接続したトランスを複数設けて並列接続し、該複数設けたそれぞれのトランスの組の一方の高圧トランスの電圧出力を、他方の高圧トランスの電圧出力の逆位相として、それぞれの側において併せて取り出すようにしたことを特徴とする熱陰極蛍光管点灯装置のインバータ回路。

【請求項3】 直流を交流に変換するインバータ回路を備え、該インバータ回路の出力電圧を熱陰極蛍光管の両端の電極に印加することによって該熱陰極蛍光管を点灯する熱陰極蛍光管の点灯装置において、前記インバータ回路の出力部に管放電用の高圧トランスを2個直列接続して設け、一方の高圧トランスの電圧出力を、他方の高圧トランスの電圧出力の逆位相として取り出すと共に、

前記インバータ回路のトランス出力と熱陰極蛍光管電極の間に各々ほぼ容量値の等しい限流素子を介在させて熱陰極蛍光管を放電させるようにしたことを特徴とする熱陰極蛍光管の点灯装置。

【請求項4】 直流を交流に変換するインバータ回路を備え、該インバータ回路の出力電圧を熱陰極蛍光管の両端の電極に印加することによって該熱陰極蛍光管を点灯する熱陰極蛍光管の点灯装置において、前記インバータ回路の出力部に管放電用の高圧トランスを2個一組に直列接続したトランスを複数設けて並列接続し、該複数設けたそれぞれのトランスの組の一方の高圧トランスの電圧出力を他方の高圧トランスの電圧出力の逆位相として、それぞれの側において併せて取り出すと共に、前記インバータ回路の各出力と熱陰極蛍光管電極の間に各々ほぼ容量値の等しい限流素子を介在させて熱陰極蛍光管を放電させるようにしたことを特徴とする熱陰極蛍光管の点灯装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、大画面液晶ディスプレイなどのバックライト、その他に使用される熱陰極蛍光管の点灯装置に関し、特に、蛍光管の輝度効率を上げ、ノイズ放射を少なくした点灯装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、熱陰極蛍光管は、冷陰極管と比較して高輝度を得ることができると、大画面の液晶ディスプレイ等のバックライト照明やフィルム検査用のライトテーブル等の用途に適する。

【0003】 熱陰極蛍光管の発光原理としては、まず、ヒーター回路によってフィラメント電極に電圧を加えてこれを加熱する。すると、フィラメントに塗ってある電子放射性物質より熱電子が放出され、管内の温度が上昇する。この温度上昇に伴い、管内に封入された水銀蒸気のガス圧が上昇する。

【0004】 このとき、熱陰極蛍光管に印加されている電界により、フィラメント付近の水銀蒸気のガスの電離が進行し、管内放電（導通状態）が開始される。この放電により、水銀蒸気から紫外線が放出され、この紫外線が管内に塗ってある蛍光体に励起して発光を起こすものである。

【0005】 図2乃至図5は、従来の熱陰極蛍光管点灯装置の基本回路である。図2は熱陰極蛍光管1灯用の点灯装置の電気系回路を示す構成図、図3は熱陰極蛍光管2灯を並列に接続した場合の点灯装置の電気系回路を示す構成図、図4は熱陰極蛍光管2灯を直列に接続した場合の点灯装置の電気系回路を示す構成図、図5は高圧トランスを2個並列に使用し、出力接点を直列にした大電力ランプ用の点灯装置の電気系回路を示す構成図である。

【0006】 図2乃至図5において、1は熱陰極蛍光管（以下、蛍光管と称す）、Pは蛍光管点灯用の直流電源、GNDは、そのグラウンド端子である。2は、電源Pの直流電圧を所定周波数の交流電圧に変換し管に高電圧を印加してこれを点灯するためのインバータ回路である。3はヒーター回路、4は電流検出回路、5はタイマー回路、6はスイッチ回路、7はPWMコントロール回路である。

【0007】 インバータ回路2は、トランスT1とその前段に設けられた発振部からなっている。図2乃至図5において太線で示した部分から理解できるように、従来の方式のいずれにおいても、トランスから高電圧を印加される蛍光管の一方の電極は、グラウンドに接続されている。

【0008】 また、図6及び図7に模式的に示すように、蛍光管1の配線は、バックライトの反射板（金属）や筐体内を引き回されて運るため、これらの金属部材等と蛍光管1及び蛍光管1の配線間で浮遊容量を持つ。ヒーター配線は、フィラメントに電流を供給するために、各電極より2本づつ出るため、この配線のもの浮遊容量も、ばかにならない。

【0009】 また、蛍光管1は、冷陰極蛍光管と比較して形状が大きい、配線の引き回しが長くなり、浮遊容量が大きくなる。また、トランスから出力される高電

圧は交流なので、この交流成分が前記浮遊容量を通じて、筐体や反射板にリークして損失となってしまう、その分、蛍光管 1 に流れる電流が減って蛍光管 1 の輝度が低下してしまう。また、蛍光管自体も筐体との間に浮遊容量を持っているので、蛍光管に流れるべき電流の一部がリークしてしまい、蛍光管の高圧側が明るくて接地側が暗いというように、輝度に傾斜が出てしまう。特に、輝度を絞った状態のとき、ランプ表面輝度の傾斜が著しくなる傾向がある。

【0010】また、上記従来例で、蛍光管を 2 灯直列に使用する場合は、トランスは出力電圧の大きいものを必要とし、その場合、蛍光管の配線からのノイズがさらに大きくなるという欠点がある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は上記の問題点に鑑み従来の場合と同じ消費電力を保ちつつ、蛍光管の輝度を向上させることができ、かつ、蛍光管に輝度傾斜を起こすことのない熱陰極蛍光管点灯装置、およびそのインバータ回路を提供することにある。

【0012】さらには、熱陰極蛍光管 2 灯直列の場合に、管の配線からのノイズを極力少なくすることのできる熱陰極蛍光管点灯装置、およびそのインバータ回路を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を達成するために請求項 1 では、熱陰極蛍光管点灯装置の直流電源電圧を所定周波数の交流電圧に変換して、該交流電圧を熱陰極蛍光管に印加するインバータ回路であって、管放電用の高圧トランスを 2 個直列接続して設け、一方の高圧トランスの電圧出力を、他方の高圧トランスの電圧出力の逆位相として取り出す熱陰極蛍光管点灯装置のインバータ回路を提案する。

【0014】該インバータ回路によれば、蛍光管が、正位相のトランスの出力端と逆位相の出力端の間に接続されることとなるため、蛍光管が接地電位からフローティング状態で点灯することになり、蛍光管の配線と筐体や反射板との間の浮遊容量が小さくなる。従って、リーク電流が減り、蛍光管の輝度の低下を防ぐことができると共に、輝度分布の傾斜が改善される。

【0015】また、請求項 2 では、熱陰極蛍光管点灯装置の直流電源電圧を所定周波数の交流電圧に変換して該交流電圧を熱陰極蛍光管に印加するインバータ回路であって、管放電用の高圧トランスを 2 個一組に直列接続したトランスを複数設けて並列接続し、該複数設けたそれぞれのトランスの組の一方の高圧トランスの電圧出力を、他方の高圧トランスの電圧出力の逆位相として、それぞれの側において併せて取り出すようにした熱陰極蛍光管点灯装置のインバータ回路を提案する。

【0016】該インバータ回路によれば、蛍光管が、正位相のトランスの出力端と逆位相の出力端の間に接続さ

れることとなるため、蛍光管が接地電位からフローティング状態で点灯することになり、蛍光管の配線と筐体や反射板との間の浮遊容量が小さくなる。従って、リーク電流が減り、蛍光管の輝度の低下を防ぐことができる。さらに、トランスを並列接続しているため、大電力にも対応可能となる。

【0017】また、請求項 3 では、直流を交流に変換するインバータ回路を備え、該インバータ回路の出力電圧を熱陰極蛍光管の両端の電極に印加することによって該熱陰極蛍光管を点灯する熱陰極蛍光管の点灯装置において、前記インバータ回路の出力部に管放電用の高圧トランスを 2 個直列接続して設け、一方の高圧トランスの電圧出力を、他方の高圧トランスの電圧出力の逆位相として取り出すと共に、前記インバータ回路のトランス出力と熱陰極蛍光管電極の間に各々ほぼ容量値の等しい限流素子を介在させて熱陰極蛍光管を放電させるようにした熱陰極蛍光管の点灯装置を提案する。

【0018】該熱陰極蛍光管の点灯装置によれば、蛍光管が、正位相のトランスの出力端と逆位相の出力端の間に接続されることとなるため、蛍光管が接地電位からフローティング状態で点灯することになり、蛍光管の配線と筐体や反射板との間の浮遊容量が小さくなる。従って、リーク電流が減り、蛍光管の輝度の低下を防ぐことができる。

【0019】また、請求項 4 では、直流を交流に変換するインバータ回路を備え、該インバータ回路の出力電圧を熱陰極蛍光管の両端の電極に印加することによって該熱陰極蛍光管を点灯する熱陰極蛍光管の点灯装置において、前記インバータ回路の出力部に管放電用の高圧トランスを 2 個一組に直列接続したトランスを複数設けて並列接続し、該複数設けたそれぞれのトランスの組の一方の高圧トランスの電圧出力を他方の高圧トランスの電圧出力の逆位相として、それぞれの側において併せて取り出すと共に、前記インバータ回路の各出力と熱陰極蛍光管電極の間に各々ほぼ容量値の等しい限流素子を介在させて熱陰極蛍光管を放電させるようにした熱陰極蛍光管の点灯装置を提案する。

【0020】該熱陰極蛍光管点灯装置によれば、蛍光管が、正位相のトランスの出力端と逆位相の出力端の間に接続されることとなるため、蛍光管が接地電位からフローティング状態で点灯することになり、蛍光管の配線と筐体や反射板との間の浮遊容量が小さくなる。従って、リーク電流が減り、蛍光管の輝度の低下を防ぐことができる。さらに、トランスを並列接続しているため、大電力にも対応可能となる。さらにまた、熱陰極蛍光管の端とトランスの出力間に容量値のほぼ等しい限流素子を介することにより、接地電位（グラウンド）に対する蛍光管両端の電圧は、バランスしてほぼ等しくなり、蛍光管の輝度が管全体に渡って傾斜することがなく、ほぼ均一になる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面に基いて本発明の一実施形態を説明する。図1は、本発明の第1の実施形態の電気回路図を示す構成図である。図において、前述した従来例と同一構成部分は同一符号をもって表す（ただし、トランスを除く）。また、第1の実施形態は、蛍光管1を2灯直列に接続した場合の回路図である。

【0022】図において、2'は本発明のインバータ回路（高圧回路）で、インダクタンスL1、抵抗R1、R2、トランジスタQ2、Q3、コンデンサC_rからなるロイヤル回路で構成した発振部と、該発振部に接続されるトランスT1、T2から構成されている。

【0023】発振部は、電源電圧PS（直流電圧）を受けて、トランスT1、T2の1次巻線に所定周波数の交流電流を流すためのものである。トランスT1、T2の2次巻線は、前記1次巻線に流れる交流電流を交流電圧（高電圧）に変換する。本発明のインバータ回路2'は、商用電源がAC/DCコンバータによって直流に変換された低電圧直流電源PSを電源として動作する。言い換えれば、本発明のインバータ回路2'は、直流電圧を交流電圧に変換するDC/ACインバータである。

【0024】1は、熱陰極蛍光管（以下、蛍光管と称す）であり、Cb1、Cb2は後述する限流素子としてのバラストコンデンサである。3はフィラメント加熱用のヒーター回路で、インダクタンスL2、抵抗器R4、R5、トランジスタQ4、Q5、コンデンサC_rhからなる発振部と、該発振部に接続されたトランスT3から構成される。4は電圧検出回路で、ダイオードD2、コンデンサC1、抵抗R3から構成される。4は電圧検出回路、5はタイマー回路、6はスイッチ回路、7はPWMコントロール回路である。

【0025】次に、前述の構成よりなる本実施例の動作について説明する。最初に点灯スイッチSW1がONされると、タイマー回路5及びスイッチ回路6を介してヒーター回路3が動作する。タイマー回路5は、蛍光管1の放電をヒーター予熱後に行わせるために使用されるものであるから、ヒーター回路3自体は、点灯スイッチSW1がONされると直ちに動作する。

【0026】点灯スイッチSW1がONされてから所定時間（1〜2秒）経過すると、タイマー回路5の動作により、インバータ回路2'が動作する。

【0027】インバータ回路2'の動作は、まず、直流電源PSがスイッチング素子Q1を介してPWMコントロール回路7に入力され、ダイオードD1を介して動作する。

【0028】インバータ回路2'に用いたロイヤル回路の特徴は、トランス（変成器）に帰還回路を設けて、各トランジスタのコレクタからベースへ帰還を行い、オン・オフ動作を自動的に行わせる、いわゆる自動式発振器であることである。R1、R2は、始動を容易にするた

めに、ベースに予め順方向の電圧を与えておくバイアス抵抗器で、動作には本質的に関与しない。

【0029】タイマー回路5が動作すると、トランジスタQ2、Q3が交互に、オン・オフを繰り返して、トランスT1、T2の1次巻線には高周波電流が流れ、2次巻線には高周波電圧が見れる。この交流電圧の周波数は、トランジスタQ2、Q3のオン・オフの切り替わり周波数によって決定される。トランスT1、T2の2次側電圧の昇圧度は周知の通り、1次巻線と2次巻線とのコイルの巻数の比によって決定する。

【0030】ロイヤル回路が発振すると、トランジスタQ2、Q3のコレクタ電圧波形は、図8の(a)、(b)のようになる。すると、トランスT1とT2の出力（位相）が180度づつ現れるので、トランスT2の出力電圧波形はトランスT1の出力電圧波形を反転した形で現れる（図8の(c)、(d)）。

【0031】この両トランス出力によって、一方蛍光管1の電極f1と他方の蛍光管の電極f4には、図8の(e)、(f)に示すような互いに逆相の電圧が印加される。そして、トランスT1とT2の出力は、蛍光管1に定電流を流すため、バラストコンデンサCb1、Cb2などの限流素子を通して蛍光管に印加される。

【0032】トランスT1、T2の出力を振幅でみれば、トランスT1、T2とも、それぞれトランス1個分の出力に他ならないが、両者の位相が互いに反転しているため、一方の出力を基準にすると、蛍光管1には、見かけ上、図8の(h)に示すような電圧が印加されることとなる。これを振幅（最大値）でみれば、トランス2個分の出力を取り出していることが理解できよう。

【0033】また、蛍光管1の電極f1、f3の電圧は、互いに逆相の電圧の midpoint になるため、ほぼ0ボルトになる（図8の(g)）。よって、図9にみる様に蛍光管両端の傾度の傾斜は起こらず、蛍光管全体を通してみれば、ほぼ均一な傾度を得られる（図10）。

【0034】また、蛍光管両端の電圧の位相がそれぞれ逆位相の関係にあるので、配線から出るノイズが互いに打ち消し合って少なくなる。従って、2灯を直列接続した蛍光管1を放電しながら、1灯放電のときよりノイズの少ない点灯装置及びそのインバータ回路を提供できる。

【0035】尚、トランスT1とT2の2次側のコイルから、電圧検出回路4を通して、PWMコントロール回路7につながるのは、このフィードバック系によって、両方の蛍光管1に印加される電圧を管電流が一定になるように制御するためのものである。即ち、抵抗器R3は、電流を電圧に変換するためのもので、ダイオードD2は、それを半波整流し、コンデンサC1は、ピーク電圧を保持する。そして、PWMコントロール回路7は、この送出されてくるピーク電圧値を検出して、インバータ回路2'が蛍光管1に印加する電圧値を調整する。ま

7

た、PWMコントロール回路7は、別途設けられた調光スイッチ(SW2)の操作によって、インバータ回路2'へ印加する電圧値を制御して、蛍光管1の明るさを調節する機能を果たす。

【0036】次に、本発明の第2の実施形態を説明する。図11は、本発明の第2の実施形態の電気系回路を示す構成図である。図において、前述した従来例及び第1の実施形態と同一構成部分は同一符号をもって表す(ただし、トランスを除く)。また、第2の実施形態は、蛍光管1を2本並列に接続したものである。

【0037】第2の実施形態の場合も、トランスT1とT2では、2次巻線における出力の極性が異なるので、トランスT1とT2の出力電圧波形はその位相が180度相違する。トランスT1とT2の出力は、パランストコンデンサC_{b1}/C_{b3}、及びC_{b2}/C_{b4}を通して、蛍光管1の両電極にそれぞれ印加される。

【0038】蛍光管1の電極1とf2、及びf3とf4には、互いに逆相の電圧が印加され、駆動される。本実施形態においても、蛍光管1の両方の電極ともにグラウンドされていないので、図9に示するような、蛍光管両端の輝度の傾斜は起こらず、図10のように、蛍光管全体を通して、ほぼ均一な輝度を得られる。

【0039】次に、本発明の第3の実施形態を説明する。図12は、本発明の第3の実施形態の電気系回路を示す構成図である。図において、前述した従来例及び第1乃至第2の実施形態と同一構成部分は同一符号をもって表す(ただし、トランスを除く)。

【0040】また、第3の実施形態は、大電力の蛍光管用にトランスを4個に増設した例を示している。特に、ノートブックコンピュータなどの携帯型装置の表示装置における低消費電力ととして使用する場合、小型のトランスを複数使用して電力を賄わなければならない。本実施形態では、トランスT3及びT4が、トランスT1、T2と並列に接続されており、トランスT1とT3の出力が正位相で、トランスT2とT4の出力が逆位相でそれぞれ併せて出力する。

【0041】従って、トランスT1〜T4がそれぞれ小電力型の場合であっても、本構成のように、正位相で出力するトランスと逆位相で出力するトランスの組を複数並列接続して、各位相毎の出力を併せて出力することにより、大電力構成とすることができる。その他の作用・効果は第1の実施形態と同じである。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1記載のインバータ回路によれば、管放電用の高圧トランスを2個直列接続したトランスを設け、一方の高圧トランスの出力を他方の高圧トランスの出力の逆位相で取り出すようにしたので、熱陰極蛍光管が接地電位からフローティング状態で点灯することになり、熱陰極蛍光管の配線と筐体や反射板間の浮遊容量を小さくすることがで

8

きる。これにより、リーク電流が減り、熱陰極蛍光管の輝度の低下を防ぐことができる。特に、熱陰極蛍光管の輝度を低く調光したとき、高圧側が明るくなり、低圧側が暗くなるというような輝度分布の偏りが改善される。さらに、高圧トランス1個あたりの出力電圧が小さくて済み、不要輻射(ノイズ)を少なくすることができる。

【0043】また、請求項2記載のインバータ回路によれば、管放電用の高圧トランスを2個直列接続したトランスを複数設け、これらを並列接続すると共に、一方の高圧トランスの出力を他方の高圧トランスの出力の逆位相で取り出すようにしたので、熱陰極蛍光管が接地電位からフローティング状態で点灯することになり、熱陰極蛍光管の配線と筐体や反射板間の浮遊容量を小さくすることができる。これにより、リーク電流が減り、熱陰極蛍光管の輝度の低下を防ぐことができる。特に、熱陰極蛍光管の輝度を低く調光したとき、高圧側が明るくなり、低圧側が暗くなるというような輝度分布の偏りが改善される。さらに、大電力にも対応可能となると共に、高圧トランス1個あたりの出力電圧が小さくて済み、不要輻射(ノイズ)を少なくすることができる。

【0044】また、請求項3記載の熱陰極蛍光管の点灯装置によれば、管放電用の高圧トランスを2個直列接続したトランスを設け、一方の高圧トランスの出力を他方の高圧トランスの出力の逆位相で取り出すようにしたので、熱陰極蛍光管が接地電位からフローティング状態で点灯することになり、熱陰極蛍光管の配線と筐体や反射板間の浮遊容量を小さくすることができる。これにより、リーク電流が減り、熱陰極蛍光管の輝度の低下を防ぐことができる。特に、熱陰極蛍光管の輝度を低く調光したとき、高圧側が明るくなり、低圧側が暗くなるというような輝度分布の偏りが改善される。さらに、高圧トランス1個あたりの出力電圧が小さくて済み、不要輻射(ノイズ)を少なくすることができる。また、熱陰極蛍光管電極とトランス出力間に容量値のほぼ等しい限流素子を介在して設けたので、接地電位に対する蛍光管両端の電圧が、パランスではほぼ等しくなり、蛍光管の輝度が蛍光管全体に渡って傾斜することがなく、輝度をほぼ均一にすることができる。また、蛍光管を2灯直列に接続する場合には、蛍光管の配線からのノイズを極力小さくすることができる。

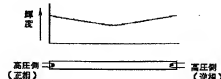
【0045】また、請求項4記載の熱陰極蛍光管の点灯装置によれば、管放電用の高圧トランスを2個直列接続したトランスを複数設け、これらを並列接続すると共に、一方の高圧トランスの出力を他方の高圧トランスの出力の逆位相で取り出すようにしたので、熱陰極蛍光管が接地電位からフローティング状態で点灯することになり、熱陰極蛍光管の配線と筐体や反射板間の浮遊容量を小さくすることができる。これにより、リーク電流が減り、熱陰極蛍光管の輝度の低下を防ぐことができる。特に、熱陰極蛍光管の輝度を低く調光したとき、高圧側が

【図 12】 本発明の第 3 実施形態の電気系回路を示す構成図

1…熱陰極蛍光管、2…従来の熱陰極蛍光管点灯装置のインバーター回路、2'…本発明の熱陰極蛍光管点灯装置のインバーター回路、3…ヒーター回路、4…電流検出回路、5…タイマー回路、6…スイッチ回路、7…PWMコントロール回路、f 1～f 4…フィラメント、T 1～T 5…トランス。

【図5】従来例の高压トランスを2個使用し、出力機き*

【圖10】

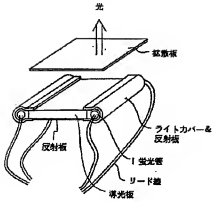


[illegible]

バックライトシステム(直下型)

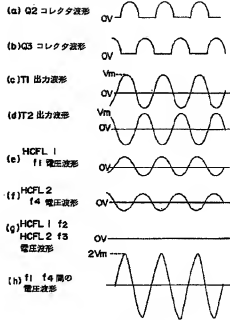
[illegible]

【図6】



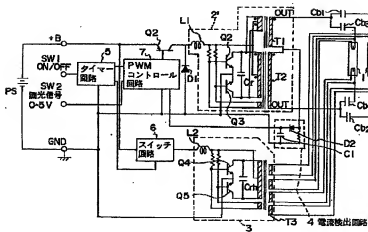
バックライトシステム（エッジライト方式）

【図8】



高圧出力動作波形

【図11】



【図12】

